

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-289406

(43)Date of publication of application : 01.11.1996

(51)Int.Cl.

B60L 11/12

B60L 1/00

B60L 9/18

H02J 7/10

H02J 7/16

(21)Application number : 07-085401

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 11.04.1995

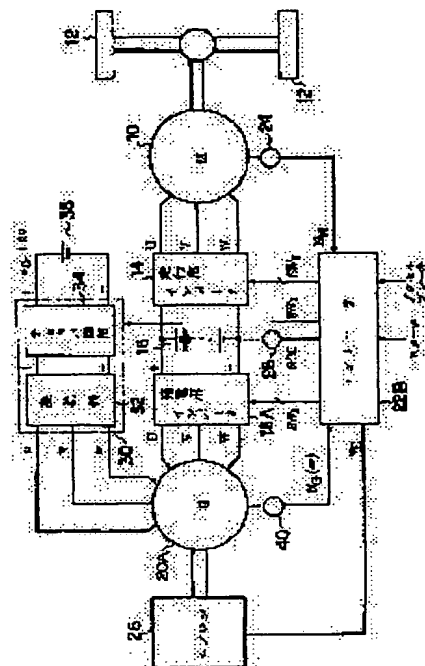
(72)Inventor : SHIYAMOTO SUMIKAZU

## (54) AUXILIARY MACHINE BATTERY CHARGING DEVICE FOR SERIES HYBRID VEHICLE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To improve the charging efficiency of an auxiliary machine battery and also to charge it without stopping an engine or without complicated control by controlling the driving electric power of a motor for the travelling of a vehicle and a main battery by the output of a main winding to charge the auxiliary machine battery by the output of an auxiliary machine winding.

CONSTITUTION: A controller 22B operates a generator 20A as a motor at the time of starting an engine 26. It refers to the number of revolutions of the generator 20A, which is detected by a rotation sensor 40, to determine necessary assist torque and generate a switching signal SW2. An AC/DC converter 30 is turned off by a signal SW3. An inverter 18A for power generation converts the discharge current of a main battery 16 into a three-phase alternating current in response to the signal SW2 to supply it to the main winding of the generator 20A. The controller 22B judges the start of the engine 26 from the number of revolutions of the engine 26. When the start is completed, the controller 22B permits the operation of the AC/DC converter 30, thereby charging an auxiliary machine battery 36.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.02.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-289406

(43) 公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 0 L	11/12		B 6 0 L	11/12
	1/00			1/00
	9/18			9/18
H 0 2 J	7/10		H 0 2 J	7/10
	7/16			7/16
				L
				J
				P
				J

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-85401

(22) 出願日 平成7年(1995)4月11日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 社本 純和

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

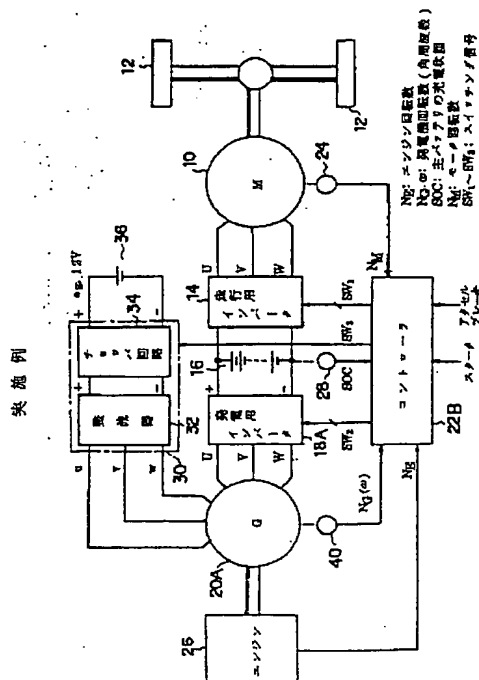
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 シリーズハイブリッド車の補機バッテリー充電装置

(57) 【要約】

【目的】 エンジン側から見た補機バッテリーの充電効率を改善する。エンジンの回転数によらず補機バッテリーを充電可能にする。エンジンの始動性を高める。要求される発電出力が大きい場合にエンジンの負荷を軽減する。

【構成】 エンジン26によって駆動される発電機20Aに主巻線と補機巻線を設ける。主巻線は発電用インバータ18Aを介して主バッテリー16及び車両走行用モータ10に、補機巻線はAC/DCコンバータ30を介して補機バッテリー36にそれぞれ接続する。モータ10を二重巻線構造とする場合に比べエンジン26と補機バッテリー36の間に介在するコンポーネントの個数が少なくなるためエンジン26から見た補機バッテリー36の充電効率が改善される。発電用インバータ18Aを用いて発電機20Aの電流をベクトル制御すると共にスイッチング信号SW3によりAC/DCコンバータ30をON/OFFさせることによりAC/DCコンバータ30の動作を確保し、エンジン26の始動性を高め、状況に応じてエンジン26の負荷を低減することができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの出力軸上に設けられ主巻線及び補機巻線を有する回転電機と、  
 回転電機をエンジンによって回転駆動することにより車両走行用モータの駆動電力及び／又は主バッテリーの充電電力を主巻線にて発生させる発電制御手段と、  
 回転電機が回転駆動しているときに補機巻線に誘起される電圧を利用して補機バッテリーを充電する補機充電制御手段と、  
 を備えることを特徴とするシリーズハイブリッド車の補機バッテリー充電装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の補機バッテリー充電装置において、  
 上記回転電機が、励磁束を提供する永久磁石を有し、  
 上記補機充電制御手段が、  
 補機巻線に誘起された電圧を降圧チョッピングすることにより補機バッテリーの充電電圧を発生させる降圧チョップ回路と、  
 回転電機の回転数が所定値以下である場合に、降圧チョップ回路の動作可能電圧以上の電圧が補機巻線に誘起されるよう、主巻線に励磁電流を供給することにより上記励磁束を強調する手段と、  
 を有することを特徴とするシリーズハイブリッド車の補機バッテリー充電装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の補機バッテリー充電装置において、  
 発電制御手段が、車両走行用モータの駆動電力及び／又は主バッテリーの充電電力が所定の大電力領域にある場合に、補機バッテリーの充電を制限する手段を有することを特徴とするシリーズハイブリッド車の補機バッテリー充電装置。

【請求項 4】 エンジンの出力軸上に設けられ主巻線及び補機巻線を有する回転電機と、  
 回転電機が回転駆動しているときに補機巻線に誘起される電圧を利用して補機バッテリーを充電する補機充電制御手段と、  
 エンジンを始動させる際、補機バッテリーの充電を制限しながら、主バッテリーから主巻線に電力を供給することにより回転電機をモータとして動作させるエンジン始動手段と、  
 を備えることを特徴とするシリーズハイブリッド車の補機バッテリー充電装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、シリーズハイブリッド車（SHV）に搭載された補機バッテリーを充電する装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

## (1) SHV の一例構成

2

SHV は、エンジンの出力により発電機を駆動し、バッテリーの出力と共に発電機の出力を利用して車両走行用のモータを駆動する電気自動車である。図 11 には、SHV の一例構成が示されている。

【0003】 この図においては、車両走行用モータ 10 として三相交流モータが使用されている。モータ 10 の出力軸は駆動輪 12 に連結されているから、モータ 10 に駆動電力を供給することにより車両を走行させることができる。この駆動電力は、一方ではインバータ 14 を介して主バッテリー 16 から、他方では整流器 18 及びインバータ 14 を介して発電機 20 から、モータ 10 に供給される。

【0004】 インバータ 14 は、コントローラ 22 の制御の下、主バッテリー 16 の放電出力や整流器 18 の整流出力を直流から三相交流に変換する。コントローラ 22 は、回転センサ 24 により検出されるモータ 10 の回転数（モータ回転数  $N_M$ ）を参照しながら、アクセルペダルやブレーキペダルの踏み込み量に応じスイッチング信号 SW を生成し、このスイッチング信号 SW にてインバータ 14 による電力変換動作を制御する。このようにして、モータ 10 から、アクセルペダルやブレーキペダルの踏み込み量に応じた出力が得られる。

【0005】 発電機 20 はこの図では三相交流発電機であり、エンジン 26 により回転駆動される。エンジン 26 により回転駆動されている状態で発電機 20 の電流  $I$ （トルク電流  $I_q$ ）を制御すると、これに応じた電力が発電機 20 から得られる。この電力は、整流器 18 により整流された上で、前述のようにモータ 10 に駆動電力として供給される。さらに、発電機 20 の発電出力がモータ 10 の駆動電力に対して余剰している場合は当該余剰分は主バッテリー 16 の充電に回り、逆に発電機 20 の発電出力がモータ 10 の駆動電力に対して不足している場合は当該不足分が主バッテリー 16 の放電により補われる。

【0006】 コントローラ 22 は、アクセルペダルやブレーキペダルの踏み込み量からみてモータ 10 に対する要求出力が変化している場合や、SOC センサ 28 の出力から見て主バッテリー 16 の充電状態（SOC）が目標範囲から外れつつあると認められる場合等に、電流  $I$  を変化させることにより発電機 20 の発電出力を変化させる。その際には、コントローラ 22 は、エンジン 26 の回転数（エンジン回転数  $N_E$ ）を検出し、電流  $I$  の制御にフィードバックさせる。すなわち、エンジン 26 の負荷は発電機 20 の電流  $I$  により定まるから、発電出力のみならずエンジン回転数  $N_E$  をも、電流  $I$  により目標制御することができる。

【0007】 このように、SHV においては、従来のエンジン車両やパラレルハイブリッド車（PHV）と異なり、エンジン 26 が駆動輪 12 から機械的に切り離されている。従って、エンジン 26 を高効率領域で一定回転

運転することができるから、燃費やエミッションを改善できる。また、エンジン26を搭載しない純粋な電気自動車(PEV)と異なり、モータ10の駆動電力の一部を発電機20の発電出力により賄うことができまた発電機20の発電出力をモータ10に対する要求出力に応じて変化させることができるから、主バッテリー16をより容量が小さい小形のバッテリーとすることができ、また主バッテリー16のSOCを所定の目標範囲内、例えば主バッテリー16の寿命が長くなるようなSOC領域内に保つことができる。

#### 【0008】(2) バッテリーの充電方法

ところで、SHVに限らず、車両には各種の補機が搭載される。例えば、図11に示されるコントローラ22等の制御回路や、図示しないワイパ、ランプ等の回路乃至装置を動作させるためには、これらの補機に電源を供給しなければならない。補機への電源供給を実現するためには、車両にそのためのバッテリー(補機バッテリー)を搭載しなければならない。更に、先に例示したSHVを含め、電気自動車には車両走行用モータへの駆動電力供給のため主バッテリーが搭載される。車両走行用モータと車載の補機は著しく相違する電圧・電流で駆動しなければならないのが普通であるから、結局、電気自動車には主バッテリー及び補機バッテリーを共に搭載しなければならない。

【0009】これらのバッテリーは、いずれも、車両外部の電源を利用して充電することができる。主バッテリーに関してはモータからの回生電力も利用でき、搭載に係る車両がSHVである場合にはさらに発電機の発電出力を利用することもできる。一方、補機バッテリーは、同じ車両に搭載されているより大きな容量を有する他のバッテリー、すなわち主バッテリーからの電力を利用して充電することができる。主バッテリーによる補機バッテリーの充電に際しては、主バッテリーの出力を補機バッテリーに適する電圧に変換するDC/DCコンバータを用いてもよいが、DC/DCコンバータの使用は装置構成の肥大・複雑化につながる。

【0010】DC/DCコンバータを用いることなく主バッテリーにより補機バッテリーを充電する装置としては、PEVに関して本願出願人が先に提案した装置がある(特開平3-78404号)。図12には、その概略が示されている。

【0011】この図においては、車両走行用モータ10Aとして、二組の三相巻線をそのステータ10aに配設した三相誘導モータが使用されている。三相巻線のうちU、V、W各相の巻線はインバータ14の出力端に接続されており、u、v、w各相の巻線はAC/DCコンバータ30の入力端に接続されている。これら、U、V、W各相の巻線とu、v、w各相の巻線は、3相トランスを構成するよう、互いに近接して(例えば同一スロット内に)配設されている。また、AC/DCコンバータ3

0は、u、v、w各相の出力を整流する整流器32及び整流器32の出力をチョッピングして降圧する降圧チョップ回路34から構成されており、降圧チョップ回路34の出力は補機バッテリー36やこれに接続される図示しない補機に供給されている。

【0012】従って、この図の回路によれば、例えば12V定格の補機バッテリー36を充電した図示しない補機を駆動する際に、モータ10の巻線を利用することができるため、装置構成が小形・簡素で済む。

#### 10 【0013】

【発明が解決しようとする課題】SHVに搭載される補機バッテリーを充電する場合には、図12に示される先提案の構成を応用すればよい。図13には、図11に示されるSHVに図12に示される構成を適用した場合に得られるシステム構成が示されている。このようなシステム構成とすることにより、小形・簡素な装置にて補機バッテリー36を充電することができる。

【0014】しかしながら、このように単純に組み合わせるのみだと、また新たな問題が発生する。第1に発生するのは、システム全体でみた場合補機バッテリー36の充電効率が低いという問題である。すなわち、エンジン26の機械出力のうち実際に補機バッテリー36の充電につながるのは、発電機20からAC/DCコンバータ30に至る多数のコンポーネントにおいて損失とならなかった部分のみである。第2に発生する問題は、車両停止時に補機バッテリー36を充電するために複雑なモータ制御が必要になるという問題である。すなわち、車両停止時に補機バッテリー36を充電する際には、モータ10Aが回転しないようU、V、W各相巻線に通電しなければならない。その方法としては、U、V、Wの三相のうち二相のみに通電する方法や、モータ電流ベクトルの成分のうちモータ10Aにトルクを発生させる成分(トルク電流成分)を0とする方法があるが、これらはいずれもモータ制御の複雑化を招く。

【0015】本発明は、このような問題点を解決することを課題としてなされたものであり、特開平3-78404号の構成をSHVに適用する際にシステム構成にさらに変形を施すことにより、システム全体でみた場合の補機バッテリー充電効率を改善すると共に、車両が停止している場合であっても複雑な制御なしにかつエンジンを停止させることなしに補機バッテリーを充電可能にすることを目的とする。本発明は、さらに、発電機の制御により、構成の肥大複雑化やコストアップを引き起こすことなしにかつ主バッテリーの充電や車両走行用モータの制御に影響を与えることなしに補機バッテリーを充電可能にすることを目的とする。本発明は、また、補機バッテリーの充電動作を所定条件下で制限乃至禁止することにより、エンジンやエンジンにより駆動される発電機の負担を軽減し、エンジンの始動性を改善し、さらに補機バッテリーの充電管理を実現することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の第1の構成は、エンジンの出力軸上に設けられ主巻線及び補機巻線を有する回転電機と、回転電機をエンジンによって回転駆動することにより車両走行用モータの駆動電力及び／又は主バッテリーの充電電力を主巻線にて発生させる発電制御手段と、回転電機が回転駆動しているときに補機巻線に誘起される電圧を利用して補機バッテリーを充電する補機充電制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0017】本発明の第2の構成は、第1の構成において、上記回転電機が、励磁束を提供する永久磁石を有し、上記補機充電制御手段が、補機巻線に誘起された電圧を降圧チョッピングすることにより補機バッテリーの充電を発生させる降圧チョップ回路と、回転電機の回転数が所定値以下である場合に、降圧チョップ回路の動作可能電圧以上の電圧が補機巻線に誘起されるよう、主巻線に励磁電流を供給することにより上記励磁束を強調する手段と、を有することを特徴とする。

【0018】本発明の第3の構成は、第1の構成において、発電制御手段が、車両走行用モータの駆動電力及び／又は主バッテリーの充電電力が所定の大電力領域にある場合に、補機バッテリーの充電を制限する手段を有することを特徴とする。

【0019】本発明の第4の構成は、エンジンの出力軸上に設けられ主巻線及び補機巻線を有する回転電機と、回転電機が回転駆動しているときに補機巻線に誘起された電圧を利用して補機バッテリーを充電する補機充電制御手段と、エンジンを始動させる際、補機バッテリーの充電を制限しながら、主バッテリーから主巻線に電力を供給することにより回転電機をモータとして動作させるエンジン始動手段と、を備えることを特徴とする。

【0020】

【作用】本発明の第1の構成においては、主巻線及び補機巻線を有する回転電機がエンジンの出力軸上に設けられる。車両走行用モータの駆動電力や主バッテリーの充電電力は、この回転電機をエンジンによって回転駆動することにより、すなわち回転電機のうち少なくとも主巻線を発電機として動作させることにより、主巻線から得ることができる。一方、補機バッテリーの充電電力は、回転電機が回転駆動している際に（例えば回転電機がエンジンによって回転駆動されているときに、あるいはエンジンが回転電機により始動乃至アシストされているときに）、補機巻線から得ることができる。従って、本構成においては、補機バッテリーの充電の際エンジンと補機バッテリーの間に介在するコンポーネントが例えば図13の構成に比べ少なくなるため、システム全体でみた場合の補機バッテリー充電効率が改善される。さらに、SHVではエンジンと駆動輪の間に機械的な連結がないから、この構成においては、車両が停止している場合であって

も、複雑な制御なしにかつエンジンを停止させることなしに補機バッテリーを充電できる。

【0021】本発明の第2の構成においては、さらに、上述の回転電機として永久磁石励磁型の回転電機が使用され、また、補機バッテリーの充電の際に降圧チョッピングが実行される。この構成においては、回転電機の回転数が所定値以下である場合に、永久磁石による励磁束を強調するよう、主巻線に励磁電流が供給される。これにより、回転電機の回転数が低くても、降圧チョップ回路の動作可能電圧以上の電圧が補機巻線に誘起されるから、本構成においては、回転電機の回転数如何によらず補機バッテリーを充電できる。その際、構成の肥大複雑化やコストアップも生ずることがなく、また、併せてトルク電流成分の制御を実行すれば主巻線の発電出力も維持することができる。

【0022】本発明の第3の構成においては、車両走行用モータの駆動電力や主バッテリーの充電電力が所定の大電力領域にある場合に、補機バッテリーの充電が制限される。従って、主巻線に要求されている発電出力と補機バッテリーの充電とが競合している場合に、主巻線の発電出力を優先的に獲得できるから、エンジンや回転電機の負担を増大させずに、主巻線の発電出力を維持できる。さらに、補機バッテリーの充電の制限によって、補機バッテリーが無秩序に充電される事態は生じなくなる。

【0023】本発明の第4の構成においては、主バッテリーから主巻線に電力を供給することにより回転電機をモータとして動作させ、これによりエンジンを始動させる。本構成においては、その際補機バッテリーの充電が制限される。従って、エンジン始動時にエンジンや回転電機の負担を増大させずに始動性を改善できる。さらに、補機バッテリーの充電の制限によって、補機バッテリーが無秩序に充電される事態は生じなくなる。

【0024】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面に基づき説明する。なお、図11～図13に示される従来例及びその変形例と同様の構成には同一の符号を付し説明を省略する。

【0025】図1には、本発明の一実施例に係るSHVのシステム構成が示されている。この実施例においては、U、V、W相巻線（主巻線）及びu、v、w相巻線（補機巻線）を有する二重巻線構造の永久磁石励磁型三相同期発電機が、エンジン26により駆動される発電機20Aとして使用されている。図2に示されるように、発電機20Aのステータ20aには主巻線及び補機巻線が配設されており、ロータ20bには励磁束 $\phi_m$ を発生させる永久磁石が配設されている。主巻線及び補機巻線は、三相トランスを構成するよう近接して、例えば同一スロット内に、配設される。ただし、本発明においては、ロータの回転により補機巻線に電圧が誘起すれば足りるから、主巻線と補機巻線の近接配置は必須ではな

い。また、主巻線の巻数は $n_1$ であり、補機巻線の巻数は $n_2$ である。従って、発電機 20A が角周波数 $\omega$ で回 \*

$$V_2 = n_2 \omega \phi_m$$

で表される電圧が誘起される。

【0026】これら 2 種類の巻線のうち主巻線は、図 1 に示されるように発電用インバータ 18A に接続されており、発電用インバータ 18A はさらに走行用インバータ 14 及び主バッテリー 16 に接続されている。一方で、補機巻線は整流器 32 及び降圧チョップ回路 34 から構成される AC/DC コンバータ 30 に接続されており、AC/DC コンバータ 30 はさらに補機バッテリー 36 に接続されている。なお、ここにいう走行用インバータは図 11 及び図 13 にいうインバータと同様の構成であるため同一の符号 14 を付しているが、発電用インバータ 18A との区別のため「走行用」と冠することとする。また、発電用インバータ 18A と走行用インバータ 14 は同様の構成を有しており、スイッチング信号の供給に応じインバータ (DC/AC コンバータ) として機能する一方で、スイッチング信号のシャットダウンに応じ整流器として機能する。

【0027】コントローラ 22B は、モータ 10 の出力トルクを制御する機能を有している。すなわち、モータ回転数  $N_m$  を参照しながらアクセル又はブレーキペダルの踏み込み量に応じてスイッチング信号 SW1 を発生させ、走行用モータ 14 に供給する。これにより、図 11 の従来例と同様、モータ 10 の出力が制御される。

【0028】コントローラ 22B は、さらに、エンジン 26 を始動させる際に発電機 20A をモータとして動作させる機能を有している。図 3 に示されるように、コントローラ 22B は、操縦者のスイッチ操作等によってスタータ信号がオンすると (100)、回転センサ 40 により検出される発電機 22A の回転数 (発電機回転数)  $N_g$  又は角周波数  $\omega$  を参照しながらかつ所定のトルクマップに従い、モータとして動作する発電機 20A により ※

$$T_e^* = \phi_m I_q, I_d = 0$$

の関係となり、突極型発電機である場合には次の式

$$T_e^* = \phi_m I_q - K_r I_d I_q \quad (I_d, K_r \text{ は共に定数}) \quad \dots (3)$$

の関係となる。コントローラ 22B は、その結果に基づき発電用インバータ 18A に対しスイッチング信号 SW2 を与え、発電機 20A を発電機として動作させる。

【0031】コントローラ 22B は、トルク指令値  $T_e^*$  をしきい値  $T_{e0}^*$  と比較する (202)。 $T_{e0}^* > T_e^*$  が成立している場合、コントローラ 22B は、★  
 $P_{o0}^* = P_{max}$

により、AC/DC コンバータ 30 の出力上限値  $P_{o0}^*$  を制限する (204)。言い換えれば、トルク指令値  $T_e^*$  が十分小さくエンジン 26 や発電機 20A の負担がさほど大きくないと見なせる場合には、AC/DC コンバータ 30 の出力に主巻線の発電出力との関係では制限を施さない。逆に、 $T_{e0}^* \leq T_e^*$  が成立している場

\* 転すると、補機巻線には  
 【数 1】

$$\dots (1)$$

※どの程度のアシストトルクを発生させたらよいかを決定し、その結果に応じてスイッチング信号 SW2 を発生させる。その際、AC/DC コンバータ 30 はスイッチング信号 SW3 により強制的にオフさせておく。発電用インバータ 18A は、スイッチング信号 SW2 に応じ主バッテリー 16 の放電電力を三相交流に変換した上で発電機 20A の主巻線に供給する (102)。この結果生じるトルクによってエンジン 26 がアシストされている状態で、コントローラ 22B は、エンジン回転数  $N_e$  に基づき、エンジン 26 が始動したか否かを判定する (104)。エンジン 26 が始動すると、コントローラ 22B は、AC/DC コンバータ 30 の動作を許可する (106)。

【0029】従って、本実施例においては、図 6 の上半分 (「アシスト側」) に示されるように、発電機 20A によりエンジン 26 がトルクアシストされている状態では補機巻線側回路がエンジン 26 の負荷にならないから、常に良好な始動性を得ることができる。

【0030】コントローラ 22B は、その後、発電機 20A の電流制御及び AC/DC コンバータ 30 の出力制御を実行する。その際、コントローラ 22B は、まず図 4 に示されるように発電機 20A に対するトルク指令値  $T_e^*$  を演算する (200)。例えば、アクセル又はブレーキペダルの踏み込み量や主バッテリー 16 の SOC に基づき、発電機 20A に対して要求されている電流  $I$  (電流指令) の励磁電流成分  $I_d$  とトルク電流成分  $I_q$  に分解する。コントローラ 22B は、これらに基づきトルク指令値  $T_e^*$  を演算する。発電機 20A が非突極型発電機である場合には  $T_e^*$  と電流指令 ( $I_d, I_q$ ) の関係は次の式

【数 2】

$$\dots (2)$$

【数 3】

★主巻線の発電出力との関係においては AC/DC コンバータ 30 の出力に制限を施す必要はないと判断する。この場合、コントローラ 22B は、AC/DC コンバータ 30 の装置構成や補機バッテリー 36 の特性により定まる最大出力  $P_{max}$  に基づき、次の式

【数 4】

$$\dots (4)$$

合、コントローラ 22B は、AC/DC コンバータ 30 の出力に主巻線の発電出力との関係における制限を施す必要があると判断する。すなわち、AC/DC コンバータ 30 の出力に上限制限を施さなければエンジン 26 及び発電機 20A に負担が加わり好ましくない、と見なす。この場合、コントローラ 22B は、次の式

【数 5】

$$P_o^* = P_{max} \{1 - k (T_c^* - c_o^*)\} \quad \dots (5)$$

により、AC/DCコンバータ 30 の出力上限値  $P_o^*$  を制限する (206)。ステップ 204 又は 206 実行後、コントローラ 22B は、決定された出力上限値  $P_o^*$  より小さい出力となるよう、AC/DCコンバータ 30 に対するスイッチング信号 SW3 を生成する (208)。

【0032】従って、本実施例においては、図 6 下半分 (“発電側”) のハッチング部分に示されるようにトルク指令値  $T_c^*$  が大きい領域にて、図 7 のハッチング部分に示されるように出力上限値  $P_o^*$  が制限される結果、エンジン 26 や発電機 20A の負担を増大させることなく、主バッテリー 16 の充電電力やモータ 10 の駆動電力を賄うことが可能になる。さらに、図 4 に示される出力上限値  $P_o^*$  の制限は、図 3 に示される始動時制御と併せ、補機バッテリー 36 の充電に対する制限を提供しているため、本実施例においては、補機バッテリー 36 の無秩序な充電は生じない。さらに、これらの制御は、AC/DCコンバータ 30 の回路構成に変更を施すことなく、コントローラ 22B のソフトウェアの変更のみで実現できる。

【0033】コントローラ 22B は、エンジン 26 が自力運転している間は、図 4 に示される制御を繰り返し実行する。その間、コントローラ 22B は、図 5 に示され \*

$$\phi' = (\omega_o - \omega) K_\phi \quad (K_\phi \text{ は定数}) \quad \dots (6)$$

により計算され、その次のステップ 308 において次の式

$$I_d' = \phi' / M \quad (M \text{ はインダクタンス定数}) \quad \dots (7)$$

により励磁電流成分  $I_d$  が  $I_d'$  に補正される。

【0035】この補正の結果発電機 20A 内に生じる励磁束  $\phi$  は、永久磁石による励磁束  $\phi_m$  と磁束増加量 (すなわち主巻線による励磁束)  $\phi'$  の合計となる。また、磁束増加量  $\phi'$  は  $\omega_o - \omega$  に比例しているから、比例定数  $K_\phi$  を適宜設定することにより、角周波数  $\omega$  の低下による電圧  $V_2$  の低下を補償し AC/DCコンバータ 30 の降圧チョップ回路 34 を引き続き動作させることが可能になる。降圧チョップ回路 34 は一般に安価であるため、これは、装置構成の安価化につながる。

【0036】また、AC/DCコンバータ 30 の動作を確保する他の方法としては、巻数  $n_2$  を多めにする方法もあるが、この方法では、反面で、角周波数  $\omega$  が上昇す \*

$$T = (\phi_m + \phi') I_q \quad \dots (8)$$

となり、突極型を用いた場合そのトルク  $T$  は

$$T = (\phi_m + \phi') I_q - K_r I_d' I_q \quad \dots (9)$$

となるから、いずれにしてもトルク  $T$  が式 (2) 又は (3) の右辺の値と異なる値になる。

【0038】そこで、続くステップ 310 においては、コントローラ 22B は、トルク電流成分  $I_q$  の調整によ

$$(\phi_m + \phi') I_q' = \phi_m I_q \quad \dots (10)$$

るように AC/DCコンバータ 30 がオンしているか否か (300) 及び回転センサ 40 により検出される発電機回転数  $N_g$  又は角周波数  $\omega$  が所定の下限值  $\omega_o$  を下回っているか否か (302, 304) を監視する。その結果、AC/DCコンバータ 30 がオンしておりかつ発電機回転数  $N_g$  又は角周波数  $\omega$  が下限値  $\omega_o$  を下回っている状態を検出した場合、コントローラ 22B は、発電機 20A に与えるべき電流指令  $I$  を補正する (306 ~ 310)。

【0034】ステップ 304 において比較の対象となる下限値  $\omega_o$  は、発電機 20A が発電機として動作しているときに補機巻線に誘起される電圧  $V_2 = n_2 \omega \phi_m$  (厳密にはこの電圧  $V_2$  を整流器 32 により整流した値) が降圧チョップ回路 34 の最低動作電圧と等しくなる角周波数  $\omega$  に相当している。すなわち、コントローラ 22B は、現在の回転数 ( $N_g$  又は  $\omega$ ) にて降圧チョップ回路 34 を引き続き動作させることができるか否かを検出するステップである。本実施例においては、ステップ 304 にて降圧チョップ回路 34 を引き続き動作させることができない程エンジン回転数が低下していると判定された場合、続くステップ 306 において磁束増加量  $\phi'$  が次の式

【数 6】

※【数 7】

30 ★と電圧  $V_2$  が高くなり、AC/DCコンバータ 30 の構成部品の耐圧を高めなければならないとかそのリップル低減用コイルを大きくしなければならないといった問題を呈する。本実施例においては、コントローラ 22B のソフトウェアの改善により上述の効果を実現しているから、これら部品コストの上昇や装置の大型化につながる問題は生じない。

【0037】ところで、このように励磁を強める制御を行うのみでは、発電機 20A のトルクが変化してしまう。すなわち、式 (2) 及び (3) から明らかなように、発電機 20A として非突極型を用いた場合そのトルク  $T$  は

【数 8】

【数 9】

りこの変化を相殺している。すなわち、非突極型の場合には次の式

【数 10】

11

12

を解いて得られる次の式

$$I_q' = \phi_m / (\phi_m + \phi') \cdot I_q \quad \dots (11)$$

により  $I_q'$  を求め、突極型の場合には次の式

$$(\phi_m + \phi') I_q' - K_r I_d' I_q' = \phi_m I_q - K_r I_d I_q \quad \dots (12)$$

を解いて得られる次の式

$$I_q' = (\phi_m - K_r I_d) / (\phi_m + \phi' - K_r I_d') \cdot I_q \quad \dots (13)$$

により  $I_q'$  を求める。このようにして求めた補正後の電流指令  $I = (I_d', I_q')$  を発電用インバータ 18 A に与えることにより、効率上の若干の変化はあるものの、図 8 及び図 9 に示されるように、主バッテリー 16 やモータ 10 から要求される発電出力を実現することができる。

【0039】 以上のようにして行われる補機バッテリー 36 の充電には、従来にない利点として、充電効率の改善という利点がある。具体的には、図 10 に示されるように、図 13 の構成ではエンジン 26 ~ 補機バッテリー 36 間に多数のコンポーネントが存在しているため充電効率が低かったのに対し、本実施例では少数のコンポーネントしか介在しないため充電効率がよくなる。

【0040】

【発明の効果】 以上説明したように、本発明の第 1 の構成によれば、主巻線及び補機巻線を有する回転電機をエンジンの出力軸上に設け、この回転電機をエンジンによって回転駆動することにより車両走行用モータの駆動電力や主バッテリーの充電電力を主巻線から得る一方で、回転電機が回転駆動しているときに補機バッテリーの充電電圧を補機巻線から得るようにしたため、補機バッテリーの充電の際エンジンと補機バッテリーの間に介在するコンポーネントが少なくなる結果システム全体でみた場合の補機バッテリー充電効率が向上する。さらに、SHV ではエンジンと駆動輪の間に機械的な連結がないため、車両が停止している場合であっても、複雑な制御なしにかつエンジンを停止させることなしに補機バッテリーを充電できる。

【0041】 本発明の第 2 の構成によれば、回転電機として永久磁石励磁型の回転電機を使用し補機バッテリーの充電の際に降圧チョッピングを実行する構成において、回転電機の回転数が所定値以下である場合に主巻線に励磁電流を流し永久磁石による励磁束を強調するようにしたため、回転電機の回転数如何によらず降圧チョップ回路を動作させることができ従って補機バッテリーを充電できる。その際、構成の肥大複雑化やコストアップも生ずることがなく、また、併せてトルク電流成分の制御を実行すれば主巻線の発電出力も維持することができる。

【0042】 本発明の第 3 の構成によれば、車両走行用モータの駆動電力や主バッテリーの充電電力が所定の電力領域にある場合に補機バッテリーの充電を制限するようにしたため、主巻線の発電出力を優先的に獲得でき、エ

【数 11】

【数 12】

【数 13】

ンジンや回転電機の負担を増大させずに主巻線の発電出力を維持できる。さらに、補機バッテリーの充電の制限によって、補機バッテリーが無秩序に充電される事態は生じなくなる。

【0043】 本発明の第 4 の構成によれば、主バッテリーから主巻線に電力を供給することにより回転電機をモータとして動作させこれによりエンジンを始動させる際、補機バッテリーの充電を制限するようにしたため、エンジン始動時にエンジンや回転電機の負担を増大させずに始動性を改善できる。さらに、補機バッテリーの充電の制限によって、補機バッテリーが無秩序に充電される事態は生じなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例に係る SHV のシステム構成を示すブロック図である。

【図 2】 この実施例において使用され二重巻線構造を有する永久磁石励磁型三相同期発電機（非突極機）の概略構成を示す図である。

【図 3】 この実施例におけるコントローラの動作のうち、エンジン始動時の AC/DC コンバータ制御に係る制御の流れを示すフローチャートである。

【図 4】 この実施例におけるコントローラの動作のうち、AC/DC コンバータの出力制限動作の流れを示すフローチャートである。

【図 5】 この実施例におけるコントローラの動作のうち、発電機電流の制御の流れを示すフローチャートである。

【図 6】 この実施例において AC/DC コンバータの出力が制限を受けあるいは停止されている領域を示すエンジン回転数対トルク指令値特性図である。

【図 7】 この実施例において AC/DC コンバータの出力指令上限値に施されている制限を示すトルク指令値対出力指令上限値特性図である。

【図 8】 この実施例においてエンジン回転数が十分高い場合に現れる電流ベクトルを (a) 非突極機の場合及び (b) 突極機の場合のそれぞれについて表すベクトル図である。

【図 9】 この実施例においてエンジン回転数が低い場合に現れる電流ベクトルを (a) 非突極機の場合及び (b) 突極機の場合のそれぞれについて表すベクトル図である。

【図 10】 (A) 図 13 に示されるシステム構成にお

13

ける補機バッテリーの充電効率と（B）この実施例における補機バッテリーの充電効率とを比較するための図である。

【図11】 一従来例に係るSHVのシステム構成を示すブロック図である。

【図12】 本願出願人が先に提案しているPEVの一例構成を示すブロック図である。

【図13】 図11に示されるシステムを図12に示さ

14

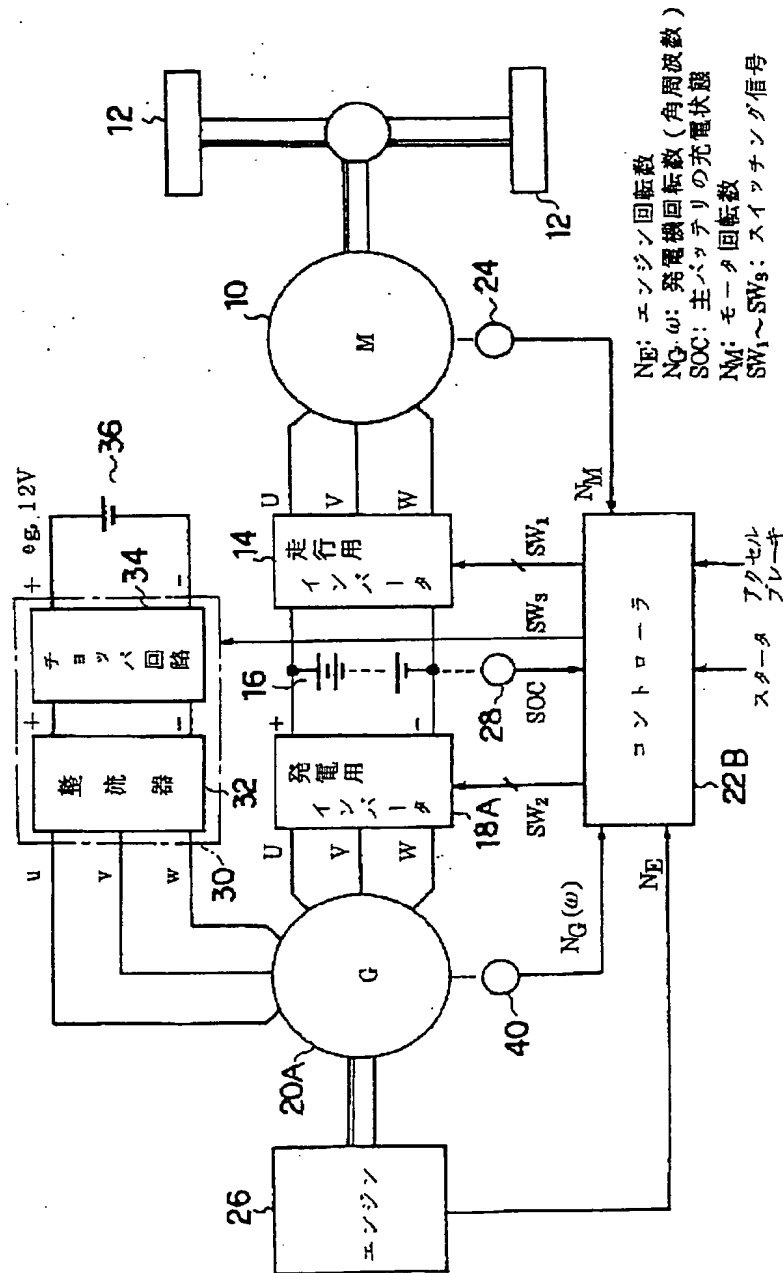
れるシステムを利用して変形することにより得られるSHVのシステム構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

10 モータ、12 駆動輪、14 走行用インバータ、16 主バッテリー、18A 発電用インバータ、20A 発電機、22B コントローラ、26 エンジン、30 AC/DCコンバータ、32 整流器、34 降圧チョップ回路、36 補機バッテリー。

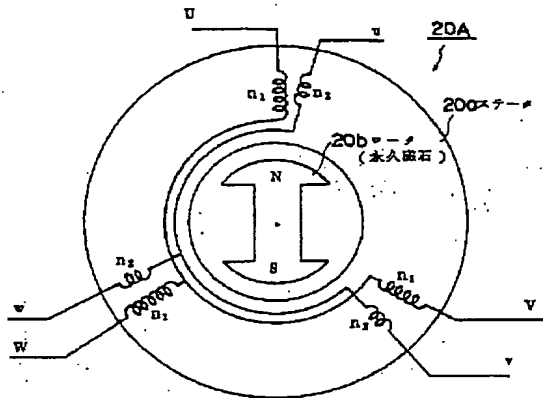
【図1】

実施例



【図2】

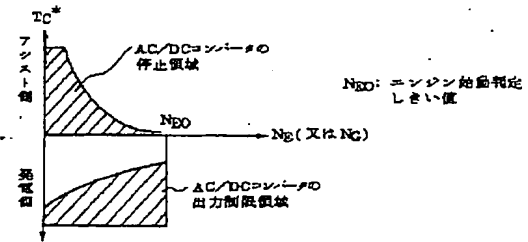
発電機の概略構造（非突極機）



$n_1$ : 主巻線 (U, V, W) の巻数  
 $n_2$ : 補助巻線 (u, v, w) の巻数

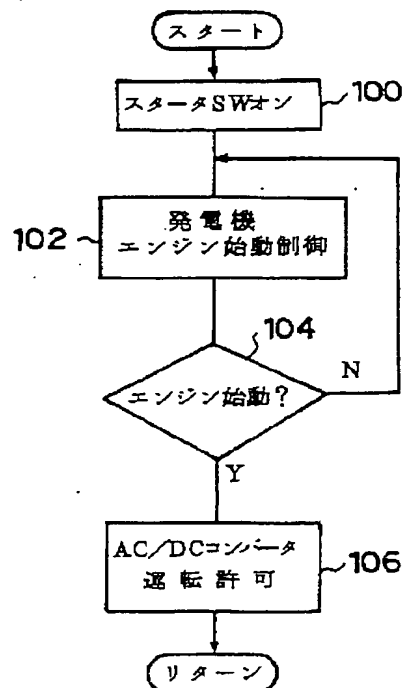
【図6】

AC/ADコンバータの出力制限領域



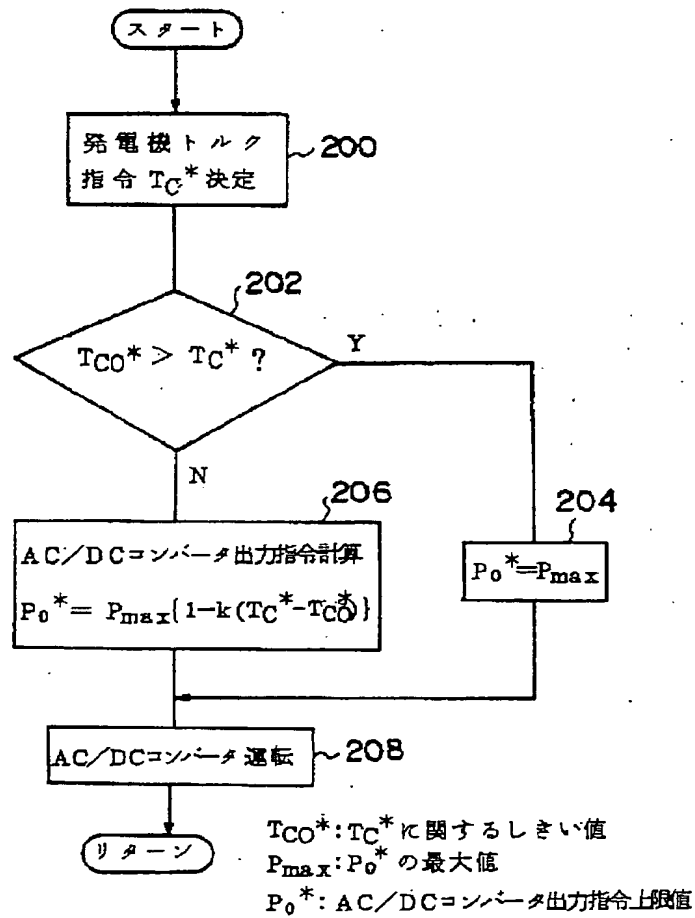
【図3】

エンジン始動時のAC/DCコンバータ制御



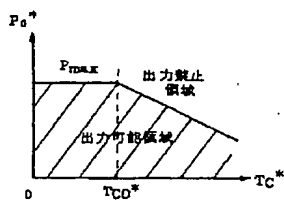
【図4】

## AC/DCコンバータ出力制限



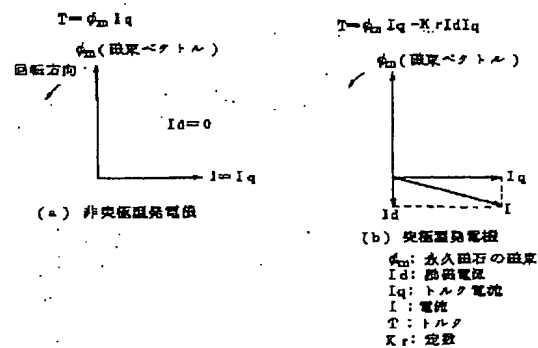
【図7】

## AC/DCコンバータ出力指令上限値



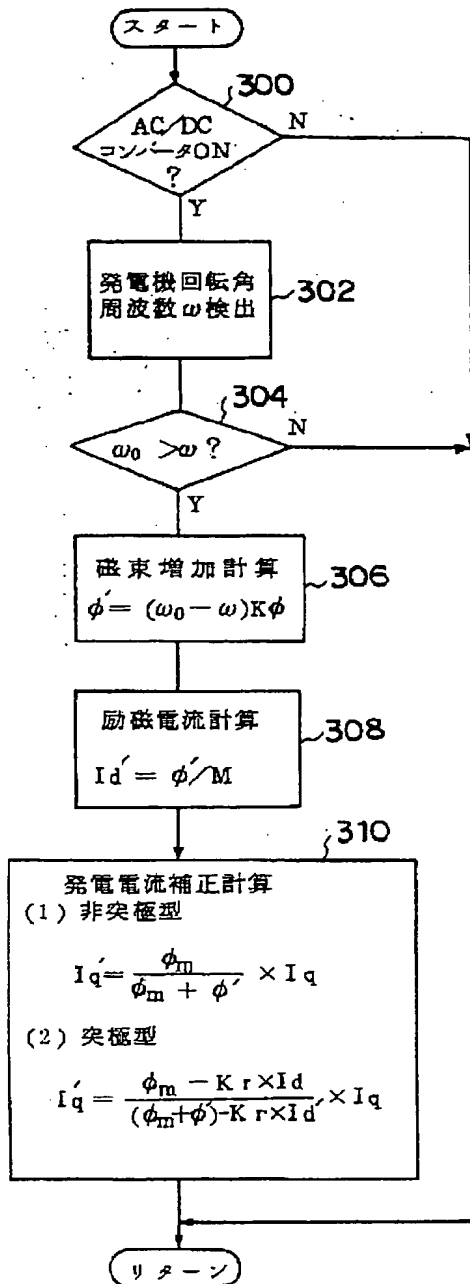
【図8】

## 通常時の電流ベクトル



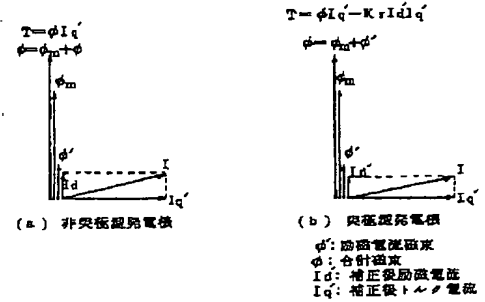
【図5】

## 発電機電流の制御



【図9】

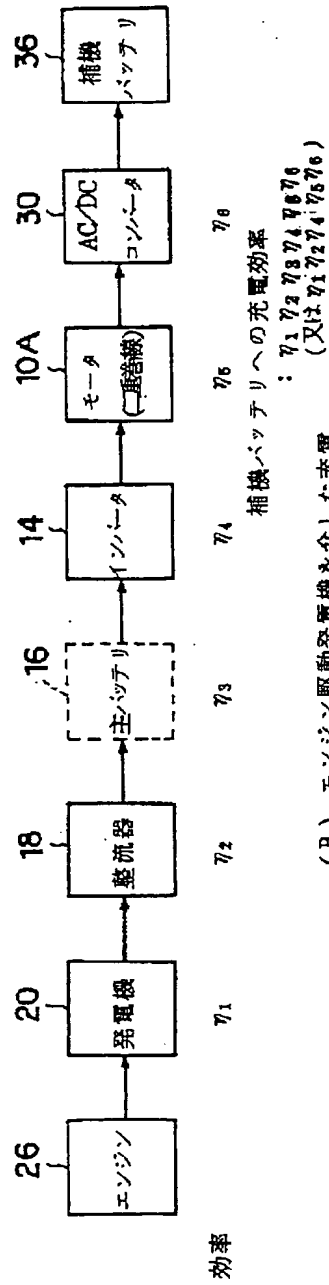
## 低回転時の電流ベクトル

 $\omega_0$ : 角周波数下限値 $k\phi$ : 定数 $M$ : 定数

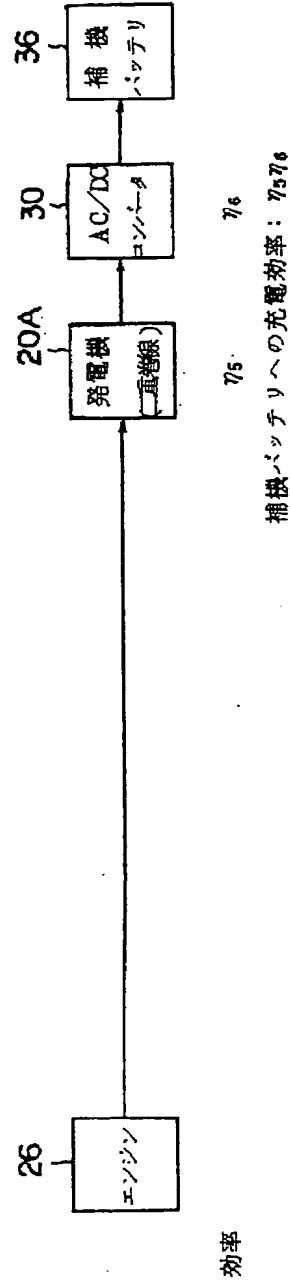
【図10】

## 効率の比較

(A) 走行用モータを介した充電

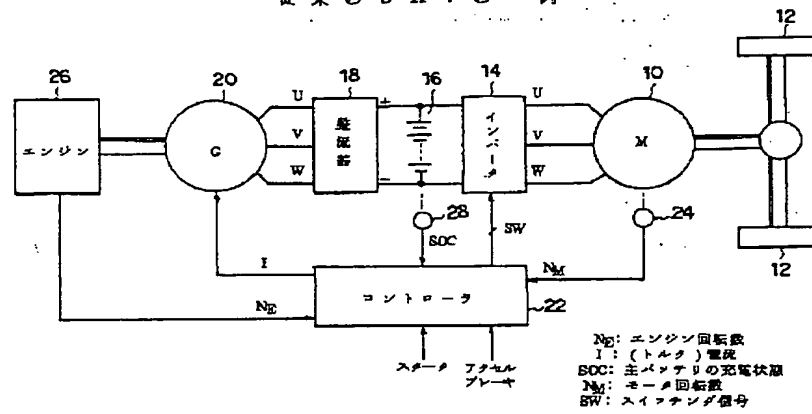


(B) エンジン駆動発電機を介した充電



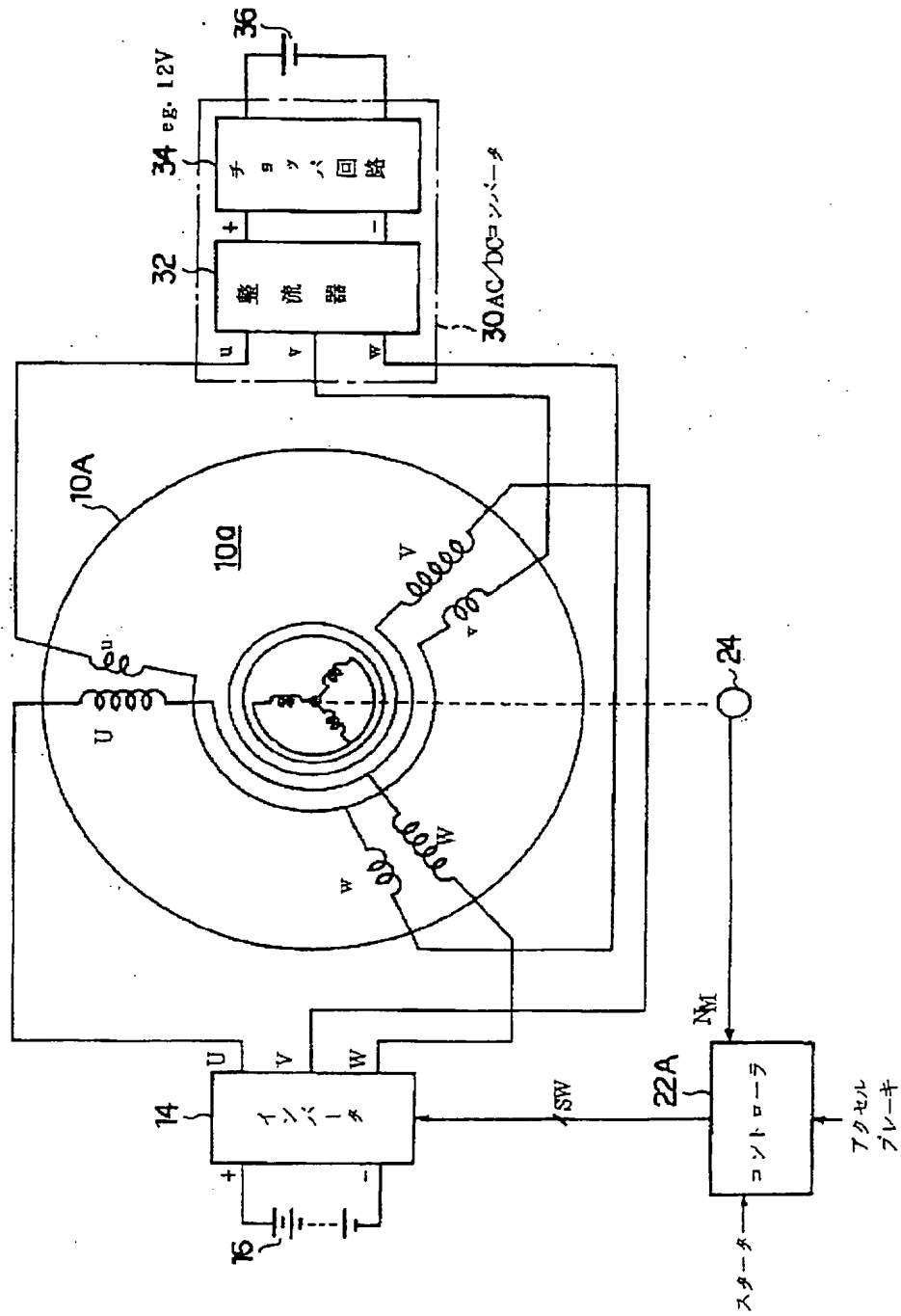
【図11】

従来のSHVの一例



【図12】

従来例のPEVの一例



【図13】

従来技術の変形例

